

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА системного аналізу і моделювання у теплогазопостачанні  
(повна назва кафедри)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи  
Р. Б. Папірник

*Засвідчується* 20 19 року

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Спецкурс: Сучасне обладнання систем ТГПВ

спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(назва навчальної дисципліни)  
(шифр і назва спеціальності)  
освітньо-наукова програма «Теплогазопостачання, вентиляція та кондиціонування»  
(назва освітньої програми)  
освітній ступінь магістр  
(назва освітнього ступеня)  
форма навчання денна  
(денна, заочна, вечірня)  
розробник Адегов Олександр Валерійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

### 1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Сучасне обладнання систем ТГПВ» є спеціальним курсом освітньо-професійної програми «Теплогазопостачання, вентиляція та кондиціонування» підготовки магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та входить до варіативного блоку.

Програмою навчальної дисципліни «Сучасне обладнання систем ТГПВ» передбачено освоєння основних напрямків застосуванням сучасних комбінованих систем теплопостачання, з використанням традиційних, альтернативних джерел енергії і з використанням баків-акумуляторів та застосування сучасних систем паливостачання, систем опалення, систем гарячого постачання, систем вентиляції. Освоєння навичок застосування сучасних інтелектуальних систем регулювання відпуску і енергоефективного споживання теплової енергії для забезпечення систем теплопостачання, гарячого водопостачання і теплового комфорту мікроклімату при оптимізації повітряного середовища приміщень.

Закріплення отриманих теоретичних знань на практичних заняттях та при виконанні самостійної роботи (курсова робота, підготовка до аудиторних занять та опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях).

## 2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр		
			I	II	III
Всього годин за навчальним планом, з них:	<b>615</b>	<b>20,5</b>	<b>180</b>	<b>270</b>	<b>165</b>
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	226		60	90	76
лекції	98		30	30	38
лабораторні роботи	-		-	-	-
практичні заняття	128		30	60	38
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	<b>389</b>		<b>120</b>	<b>180</b>	<b>89</b>
підготовка до аудиторних занять	84		20	40	24
підготовка до контрольних заходів	85		20	40	25
виконання курсового проекту або роботи	75		30	30	15
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	85		20	40	25
підготовка до екзамену	60		30	30	-
<b>Форма підсумкового контролю</b>			<b>екзамен</b>	<b>екзамен</b>	<b>залік</b>

## 3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метадисципліни** – засвоєння знань та придбання навичок, необхідних для можливості вірно спроектувати, побудувати і технічно грамотно експлуатувати ті чи інші сучасні системи ТГПВ з використанням альтернативної енергії та відновлювальних джерел енергії. Надати студентам знання, які допоможуть майбутньому спеціалісту вирішувати конкретні практичні задачі проектування та експлуатації.

**Завдання дисципліни** – вивчення конструкцій та основ проектування, розрахунків сучасного обладнання. Користуватися фаховою літературою та нормативними документами.

**Пререквізити дисципліни:** Вивчення дисциплін «Термодинаміка», «Тепломасообмін», «Теплопостачання», «Газопостачання», «Теплогенеруючі установки», «Опалення», «Вентиляція».

**Постреквізити дисципліни:** знання та вміння для вирішення завдань використання альтернативної енергії при удосконаленні систем ТГП на основі системного підходу, що застосовуватимуться в професійній діяльності.

### Компетентності

#### Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність планувати та управляти часом.

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність бути критичним і самокритичним.

Здатність до адаптації та дієвості в ситуації.

Здатність генерувати нові ідеї (креативність). нові

Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.

Навички здійснення безпечної діяльності.

Прагнення до збереження навколишнього середовища.

#### Спеціальні компетентності:

Базові знання основних нормативно-правових актів, довідкових матеріалів та чинних стандартів в сфері теплогазопостачання.

Здатність оперувати технічною документацією при розв'язанні конкретних інженерно-технічних завдань за фахом.

Уміння оцінювати техніко-економічні показники проекту з урахуванням впливу технологічних факторів.

Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, що впливають на формування поточних та перспективних рішень.

Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності.

Уміння створювати продукти за спеціальністю з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі, включаючи створення, просування, реалізацію та удосконалення.

Здатність самостійно обґрунтовувати та вибирати технічні рішення в сфері теплогазопостачання.

Досягти конкурентноспроможності шляхом впровадження сучасних конструкцій і технологій з одночасною оптимізацією цінового фактору.

**Заплановані результати навчання** У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** основні інструменти та стратегії, що мають відношення до діагностування та аналізу стану розвитку послуг з проектування, монтажу та експлуатації сучасних систем ТГПВ; складові загальних етапів реконструкції сучасних систем ТГПВ та розробки нових технологій; методології модернізації систем ТГПВ та відповідні нормативні вимоги чинних стандартів; технічні характеристики та технологічні особливості промислового теплопостачання, основи раціонального використання теплових ресурсів.

**вміти:** ефективно використовувати на практиці теоретичні знання при формуванні та реалізації послуг з проектування, монтажу та експлуатації сучасних систем ТГПВ; застосовувати набуті знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення завдань в сфері ТГПВ; класифікувати системи промислового теплопостачання, визначати шляхи раціоналізації використання теплових ресурсів; відповідально ставитись до виконуваної роботи, самостійно приймати рішення, досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики; системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей в сфері послуг з проектування, монтажу та експлуатації сучасних систем ТГПВ; здійснювати пошук інформації в різних джерелах для вирішення задач в галузі; критично оцінювати отримані результати діяльності, та аргументовано захищати прийняті рішення.

**Методи навчання:** практичний (навчально-продуктивна праця), наочний (ілюстрації, демонстрації), словесний (пояснення, роз'яснення, розповідь, бесіда, лекція, дискусія), робота з нормативами та науково-технічною літературою (аналіз, пошук інформації), відео-метод (перегляд відео-контенту).

**Форми навчання** – колективна, аудиторна (лекції, практичні заняття), позааудиторна (підготовка до аудиторних занять та контрольних заходів, виконання курсової роботи/проекту, опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях), індивідуальна, групова.

#### 4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усьог о	л	п	лаб.	с.р
<b>I семестр</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії, використовувані для генерації теплової енергії. Сонячні колектори.</b>					
Тема 1. Вступ. Стан і перспективи використання нетрадиційні і поновлюваних джерел теплової енергії, світовий і Європейський досвід.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>6</b>
Тема 2. Нетрадиційні, поновлювані і традиційні джерела енергії..	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>6</b>
Тема 3. Енергетичні потенціали нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії на території України.	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>8</b>
Тема 4. Енергетичний потенціал сонячної енергії на території України. Пасивні системи сонячного теплопостачання. Сонячні будинки.	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>8</b>
Тема 5. Активні системи сонячного теплопостачання.Концентруючі геліоприймачи. Принцип роботи і конструктивні особливості устаткування. Особливості застосування і експлуатації.	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>8</b>
Тема 6. Плоскі сонячні колектори. Принцип роботи і конструктивні особливості. Особливості застосування і експлуатації.	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>8</b>
Тема 7. . Вакуумні сонячні колектори. Принцип роботи і конструктивні особливості. Особливості застосування і експлуатації.	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>8</b>
Тема 8. Комплексний підхід до найбільш прийняттого вибору типу сонячного колектора. Основні принципи проектування і використання сонячних колекторів для систем опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання.	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>8</b>
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	-	<b>60</b>
<b>Змістовий модуль 2. Курсовий проект за темою «Використання сонячних колекторів для гарячого водопостачання і систем опалювання, вентиляції»</b>					
1. Визначення розрахункових теплових навантажень на системи гарячого водопостачання, опалення, вентиляцію.	2	-	-	-	2
2. Підбір і розміщення обладнання.	3				3
3. Розрахунок обраного обладнання сонячних колекторів та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції. Розрахунок температури суміші теплоносія.	8				8
4. Розробка принципової схеми використання системи сонячних колекторів та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції.	3				3
5. Розв`язування задач.	10				10
6. Робота над графічною частиною.	4				4

<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Підготовка до екзамену</b>	<b>30</b>	-	-	-	<b>30</b>
<b>Усього годин за I семестр</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	-	<b>120</b>
<b>II семестр</b>					
<b>Змістовий модуль 3. Використання низькопотенційної енергії ґрунту, води, повітря для вироблення теплової енергії. Теплові насоси.</b>					
1. Тема 1. Потенціал енергії ґрунтів, водойом, повітря.	20	2	4	-	14
2. Тема 2. Принцип роботи термодинамічних панелей і теплових насосів. Характеристика ефективності теплового насоса – коефіцієнт перетворення низькопотенційної енергії COP.	26	4	6	-	16
3. Тема 3. Теплові насоси типу «Ґрунт-Вода». Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії ґрунту. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP. Характеристика згенерованого теплоносія.	28	4	8	-	16
Тема 4. Теплові насоси типу «Вода-Вода». Конструктивні особливості. Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії води. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP. Характеристика згенерованого теплоносія.	28	4	8	-	16
Тема 5. Колектори для відбору теплової енергії ґрунту землі, водойм. Теплообмінники для відбору теплової енергії повітря. Конструктивні особливості.	30	4	10	-	16
Тема 6. Теплові насоси типу «Повітря-Вода». Конструктивні особливості. Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії повітря. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP. Характеристика згенерованого теплоносія.	30	4	10	-	16
Тема 7. Термодинамічні панелі «Повітря-Вода». Конструктивні особливості. Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії повітря. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP. Характеристика згенерованого теплоносія.	22	4	6	-	12
Тема 8. Комплексний підхід до найбільш прийняттого вибору типу теплового насоса. Основні принципи проектування і використання теплового насоса для систем опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання.	26	4	8	-	14
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>210</b>	<b>30</b>	<b>60</b>		<b>120</b>
<b>Змістовий модуль 4. Курсовий проект за темою «Використання теплових насосів для гарячого водопостачання і систем опалювання, вентиляції кондиціонування»</b>					
1. Визначення розрахункових теплових навантажень на системи гарячого водопостачання, опалення, вентиляцію.	6	-	-	-	6
2. Розрахунок енергетичного потенціалу повітря, води, ґрунту для роботи теплового насосу. Підбір і розміщення обладнання.	4				4

3. Розрахунок обраного обладнання теплових насосів та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції та кондиціонування. Розрахунок температури суміші теплоносія гарячого та холодного.	8				8
4. Розробка принципової схеми використання теплового насосу та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції.	4				4
5. Розв'язування задач.	4				4
6. Робота над графічною частиною.	4				4
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Підготовка до екзамену</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Усього годин за II семестр</b>	<b>270</b>	<b>30</b>	<b>60</b>		<b>180</b>
<b>III семестр</b>					
<b>Змістовий модуль 5. Використання біомаси для генерації теплової енергії. Твердопаливні котли. Біогазові установки.</b>					
Тема 1. Енергетичний потенціал біомаси України. Теплотворна здатність різноманітної біомаси.	14	4	4	-	6
Тема 2. Технології використання енергетичної біомаси.	16	4	4	-	8
Тема 3. Спалювання твердої біомаси. Твердопаливельні котли.	16	4	4	-	8
Тема 4. Процес піролізу. Піролізні технології спалювання. Піролізні котли.	20	6	6	-	8
Тема 5. Біогазові установки. Енергетичний потенціал рідкого біопалива та біогазу. Котли на рідкому паливі.	16	4	4	-	8
Тема 6. Використання біогазового обладнання для утилізації органічних відходів і генерації теплової енергії.	24	6	6	-	12
Тема 7. Комбіновані системитеплопостачання – сутність технічних рішень принципові схеми. Баки-акумулятори, конструкція, підбір об'єму для систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції.	24	6	6	-	12
Тема 8. Комплексний підхід до найбільш прийняттого вибору палива з біомаси. Основні принципи проектування використання твердопаливних котлів і біогазових установок для систем опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання.	20	4	4	-	12
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>	<b>150</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>-</b>	<b>74</b>
<b>Змістовий модуль 6. Курсова робота за темою «Використання біомаси для генерації теплової енергії у комбінованих системах теплопостачання»</b>					
1. Визначення розрахункових теплових навантажень на системи гарячого водопостачання, опалення, вентиляцію.	2	-	-	-	2
2. Підбір і розміщення обладнання для спалювання біопалива.	2				2
3. Розрахунок обраного обладнання для	4				4

спалювання біопалива та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції. Розрахунок температури суміші теплоносія.					
4. Розробка принципової схеми використання системи обладнання для спалювання біопалива та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції.	4				4
5. Робота над графічною частиною.	3				3
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>	<b>15</b>			-	<b>15</b>
<b>Усього годин за III семестр</b>	<b>165</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	-	<b>89</b>
<b>Усього з дисципліни</b>	<b>615</b>	<b>98</b>	<b>128</b>	-	<b>389</b>

## 5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
<b>I семестр</b>		
1	Вступ. Стан і перспективи використання нетрадиційні і поновлюваних джерел теплової енергії, світовий і Європейський досвід.	2
2 3	Нетрадиційні, поновлювані і традиційні джерела енергії.	4
4 5	Енергетичні потенціали нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії на території України	4
6 7	Енергетичний потенціал сонячної енергії на території України. Пасивні системи сонячного теплопостачання. Сонячні будинки	4
8 9	Активні системи сонячного теплопостачання. геліоприймачи. Принцип роботи і конструктивні особливості устаткування. Особливості застосування і експлуатації.	4
10 11	Плоскі сонячні колектори. Принцип роботи і конструктивні особливості. Особливості застосування і експлуатації.	4
12 13	Вакуумні сонячні колектори. Принцип роботи і конструктивні особливості. Особливості застосування і експлуатації.	4
14 15	Комплексний підхід до найбільш прийняттого вибору типу сонячного колектора. Основні принципи проектування використання сонячних колекторів для систем опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання.	4
<b>Усього годин за I семестр</b>		<b>30</b>
<b>II семестр</b>		
16	Потенціал енергії ґрунтів, водойм, повітря.	2
17 18	Принцип роботи термодинамічних панелей і теплових насосів. Характеристика ефективності теплового насоса –коефіцієнт перетворення низькопотенційної енергії.	4
19 20	Теплові насоси типу «Ґрунт-Вода». Конструктивні особливості. Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії ґрунту. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP. Характеристика згенерованого теплоносія.	4
21 22	Теплові насоси типу «Вода-Вода». Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії води. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP Характеристика згенерованого	4

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	теплоносія.	
23 24	Колектори для відбору теплової енергії ґрунту землі, водойм. Теплообмінники для відбору теплової енергії повітря. Конструктивні особливості.	4
25 26	Теплові насоси типу «Повітря-Вода». Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії повітря. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP Характеристика згенерованого теплоносія.	4
27 28	Термодинамічні панелі «Повітря-Вода». Принципи відбору низькопотенціальної теплової енергії повітря. Діапазон значень коефіцієнта перетворення COP Характеристика згенерованого теплоносія.	4
29 30	Комплексний підхід до найбільш прийняттого вибору типу теплового насоса. Основні принципи проектування використання теплового насоса для систем опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання.	4
	<b>Усього годин за II семестр</b>	<b>30</b>
<b>III семестр</b>		
31 32	Енергетичний потенціал біомаси України. Теплотворна здатність різноманітної біомаси.	4
33 34	Технології використання енергетичної біомаси.	4
35 36	Спалювання твердої біомаси. Твердопаливні котли.	4
37 38	Процес піролізу. Піролізні технології спалювання. Піролізні котли.	4
39 40 41	Біогазові установки. Енергетичний потенціал рідкого біопалива та біогаза. Котли на рідкому паливі.	6
42 43	Використання біогазового обладнання для утилізації органічних відходів і генерації теплової енергії.	4
44 45 46	Комбіновані системи тепlopостачання – принципіві схеми. Баки-акумулятори, пілбір об'єму для систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції.	6
47 48 49	Комплексний підхід до найбільш прийняттого вибору палива з біомаси. Основні принципи проектування використання твердопаливних котлів і біогазових установок для систем опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання.	6
	<b>Усього годин за III семестр</b>	<b>38</b>
	<b>Усього годин</b>	<b>98</b>

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
<b>I семестр</b>		
1	Отримання індивідуального завдання в рамках вивчення дисципліни, обрання студентами теми реферату із запропонованого переліку.	2
2.	Отримання індивідуального завдання на курсовий проект та	4



№ зан.	Тема занять	Кількість годин
3	підготовка вихідних даних.	
4, 5	Приклад розрахунку оцінки потенціалу сонячної енергії по регіонах України.	4
6, 7	Приклад розрахунку поверхні концентруючих геліоприймачів для системи гарячого водопостачання.	4
8, 9	Приклад розрахунку потужності та поверхні плоского сонячного колектора для систем гарячого водопостачання та систем опалення.	4
10, 11	Приклад розрахунку потужності та кількості трубок плоского сонячного колектора для систем гарячого водопостачання та систем опалення.	4
12, 13	Приклад розрахунку оцінки кількості теплової енергії, що надходить крізь огорожувальні конструкції будівлі.	4
14, 15	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням сонячних колекторів.	4
	<b>Усього годин за I семестр</b>	<b>30</b>
<b>II семестр</b>		
16, 17	Отримання індивідуального завдання в рамках вивчення дисципліни, обрання студентами теми реферату із запропонованого переліку.	4
18, 19,20	Отримання індивідуального завдання на курсовий проект та підготовка вихідних даних по навантаженню на гаряче водопостачання, опалювання, вентиляцію та кондиціонування.	6
21, 22,23	Приклади розрахунків оцінки низькопотенціальної теплової енергії ґрунту, води, повітря для генерації необхідного значення теплової енергії тепловим насосом.	6
24, 25, 26	Приклад підбору теплового насоса необхідної потужності для використання теплоти ґрунту	6
27, 28,29	Приклад підбору теплового насоса необхідної потужності для використання теплоти води.	6
30, 31, 32	Приклад підбору теплового насоса необхідної потужності для використання теплоти повітря.	6
33, 34, 35	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням теплових насосів для потреби опалювання і гарячого водопостачання.	6
36, 37, 38	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням теплових насосів для потреби вентиляції і гарячого водопостачання.	6
39, 40, 41	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням теплових насосів для потреби опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання.	6
42, 43 44, 45	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням теплових насосів для потреби опалювання, вентиляції, гарячого водопостачання і охолодження.	8
	<b>Усього годин за II семестр</b>	<b>60</b>
<b>III семестр</b>		
16 17	Отримання індивідуального завдання в рамках вивчення дисципліни, обрання студентами теми реферату із запропонованого переліку.	4
18	Отримання індивідуального завдання на курсовий проект та	4

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
19	підготовка вихідних даних.	
20 21 22	Приклад розрахунку оцінки енергетичного потенціалу твердого палива. Приклад підбору твердопаливних котлів для систем тепlopостачання.	6
23 24	Приклад підбору потужності біогазової установки і обсягу біомаси обсягу органічних відходів для виробництва біопалива необхідного обсягу для котлів систем тепlopостачання.	4
25 26	Приклад розрахунків і підбору баків-акумуляторів для систем гарячого постачання та опалення.	4
27 28 29	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням сонячних колекторів та твердопаливних котлів.	6
30 31	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням теплових насосів та твердопаливних котлів.	4
32 33 34	Приклад розробки комбінованої схеми тепlopостачання з використанням сонячних колекторів, теплових насосів та твердопаливних котлів.	6
<b>Усього годин за III семестр</b>		<b>38</b>
<b>Разом</b>		<b>128</b>

## 7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Навчальним планом не передбачені

## 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
<b>I семестр</b>		
1	Підготовка до аудиторних занять	<b>20</b>
2	Підготовка до контрольних заходів	<b>20</b>
3	Виконання курсового проекту «Використання сонячних колекторів для систем опалювання, вентиляції і гарячого водopостачання»	<b>30</b>
	1. Визначення розрахункових теплових навантажень на системи гарячого водopостачання, опалення, вентиляцію. 2. Підбір і розміщення обладнання. 3. Розрахунок обраного обладнання сонячних колекторів та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції. 4. Розрахунок температури суміші теплоносія. Розробка принципової схеми використання системи сонячних колекторів та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції. 5. Розв'язування задач. 6. Робота над графічною частиною.	
4	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	<b>20</b>
	-Фотоелектроенергетика (сонячна електроенергетика). Принцип роботи і конструктивні особливості устаткування. Особливості застосування.;	6
	-Пряме використання теплоти геотермальних джерел. Принцип роботи і конструктивні особливості устаткування. Особливості застосування	4

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
	-Вітрова електроенергетика. Принцип роботи і конструктивні особливості устаткування. Особливості застосування.	4
	-Малі електростанції. Принцип роботи і конструктивні особливості устаткування. Особливості застосування	6
5	Підготовка до екзамену	30
<b>Всього за I семестр</b>		<b>120</b>
<b>II семестр</b>		
6	Підготовка до аудиторних занять	40
7	Підготовка до контрольних заходів	40
8	Виконання курсового проекту:	30
9	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	40
	-Теплові насоси типу «Грунт-Вода». Конструктивні особливості.	4
	-Теплові насоси типу «Вода-Вода». Конструктивні особливості.	4
	-Теплові насоси типу «Повітря-Вода». Конструктивні особливості.	2
10	Підготовка до екзамену	30
<b>Всього за II семестр</b>		<b>180</b>
<b>III семестр</b>		
11	Підготовка до аудиторних занять	24
12	Підготовка до контрольних заходів	25
13	<b>Виконання курсової роботи: «Використання біомаси для генерації теплової енергії у комбінованих системах тепlopостачання»</b>	<b>15</b>
	1. Визначення розрахункових теплових навантажень на системи гарячого водopостачання, опалення, вентиляцію. 2. Підбір і розміщення обладнання. 3. Розрахунок обраного обладнання сонячних колекторів та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції. Розрахунок температури суміші теплоносія. 4. Розробка принципової схеми використання системи сонячних колекторів та додаткового обладнання для системи ГВП, опалення, вентиляції.	
14	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	25
	- Властивості пелет і брикет, способи зберігання пелет і брикет.	5
	- Властивості біогазу та рідкого біопалива, способи зберігання .	6
	- Комбіновані баки-акумулятори – типи, ємність, схеми використання.	8
	- Інтелектуальне керування генерацією теплової енергії у комбінованих системах тепlopостачання.	6
<b>Всього за III семестр</b>		<b>89</b>
<b>Разом</b>		<b>269</b>

## 9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методом контролю знань студентів є письмовий контроль та усне опитування на практичних роботах, а також з лекційного матеріалу. Методом підсумкового контролю є екзамен.

## 10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

### I семестр

#### *Змістовий модуль №1*

Максимальна оцінка за змістовий модуль **100 балів**. Оцінка поточного контролю складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість –  $15 \times 1 = 15$  балів;
- присутності студента на практичних заняттях – максимальна кількість –  $15 \times 2 = 30$  балів;
- контрольної роботи – максимальна кількість - **55 балів**.

*Присутності студента на лекціях* – **1 бал** за лекцію, якщо студент був присутнім, якщо студент не був присутнім – **0 балів**.

*Присутності студента на практичних заняттях* – **2 бали** за практичне заняття, якщо студент був присутнім, але погано працював – **1 бал**, якщо студент не був присутнім – **0 балів**.

Оцінювання контрольної роботи:

**51-55**-якщо відповіді у роботі студента на питання грамотні та обґрунтовані; студент вільно, впевнено володіє навчальним матеріалом;

**41-50**-якщо відповіді у роботі студента демонструють володіння навчальним матеріалом, на питання відповів вірно, але потребує уточнень окремих положень; схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація;

**26-40**- якщо відповіді у роботі студента розкривають суть питання, але під час відповіді на питання припускається неточностей і помилок;

**6-25** - якщо відповіді у роботі студента демонструють часткове володіння матеріалом, але не може дати пояснень щодо виконаної роботи, відповіді не повністю розкривають суть питання, у відповіді допущені грубі помилки;

**1-5** - студент важко розуміє або зовсім не розуміє значення питань;

**0** - повна відсутність відповіді.

#### *Екзаменаційна оцінка за I-й семестр*

До підсумкового контролю у формі екзамену допускаються студенти, які за підсумком змістового модуля отримали не менше 60 балів.

Максимальна оцінка за екзамен – **100 балів**.

Екзамен здійснюється за білетами, кожен з яких складається з двох питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – **50 балів**.

На кожне питання екзамену із зазначеної максимальної кількості балів нараховують:

**46-50** – якщо відповіді студента на питання грамотні та обґрунтовані; студент вільно, впевнено володіє навчальним матеріалом;

**36-45** - якщо студент володіє навчальним матеріалом, на питання відповів вірно, але потребує уточнень окремих положень; схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація;

**26-35** - якщо студент розкрив суть питання, але під час відповіді на питання припускається неточностей і помилок;

**6-25** - студент частково володіє матеріалом, але не може дати пояснень щодо виконаної роботи, відповіді не повністю розкривають суть питання, у відповіді допущені грубі помилки;

**1-5** - студент важко розуміє або зовсім не розуміє значення питань;

**0** - повна відсутність відповіді.

*Підсумкова оцінка* за I-й семестр визначається за результатами складеного екзамену.

## II семестр

### *Змістовий модуль №3*

Максимальна оцінка за змістовий модуль **100 балів**. Оцінка поточного контролю складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість –  $15 \times 2 = 30$  балів;
- присутності студента на практичних заняттях – **навчальним планом практичні заняття не передбачені**;
- контрольної роботи – максимальна кількість - **70 балів**.

*Присутності студента на лекціях* – **2 бали** за лекцію, якщо студент був присутнім, але погано працював – **1 бал**, якщо студент не був присутнім – **0 балів**.

Оцінювання контрольної роботи:

**61-70** – якщо відповіді у роботі студента на питання грамотні та обґрунтовані; студент вільно, впевнено володіє навчальним матеріалом;

**51-60** -якщо відповіді у роботі студента демонструють володіння навчальним матеріалом, на питання відповів вірно, але потребує уточнень окремих положень; схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація;

**41-50** - якщо відповіді у роботі студента розкривають суть питання, але під час відповіді на питання припускається неточностей і помилок;

**31-40** -якщо відповіді у роботі студента демонструють часткове володіння матеріалом, але не може дати пояснень щодо виконаної роботи, відповіді не повністю розкривають суть питання, у відповіді допущені грубі помилки;

**6-31** - якщо робота студента виконана з помітними помилками і оформлення виконано недбало;

**1-5** - студент важко розуміє або зовсім не розуміє значення питань;

**0** - повна відсутність відповіді.

### *Екзаменаційна оцінка за II-й семестр*

До підсумкового контролю у формі екзамену допускаються студенти, які за підсумком змістового модуля отримали не менше 60 балів.

Максимальна оцінка за екзамен – **100 балів**.

Екзамен здійснюється за білетами, кожен з яких складається з двох питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – **50 балів**.

На кожне питання екзамену із зазначеної максимальної кількості балів нараховують:

**46-50** – якщо відповіді студента на питання грамотні та обґрунтовані; студент вільно, впевнено володіє навчальним матеріалом;

**36-45** - якщо студент володіє навчальним матеріалом, на питання відповів вірно, але потребує уточнень окремих положень; схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація;

**26-35** - якщо студент розкрив суть питання, але під час відповіді на питання припускається неточностей і помилок;

**6-25** - студент не може дати пояснень щодо виконаної роботи, відповіді не повністю розкривають суть питання, у відповіді допущені грубі помилки;

**1-5** - студент важко розуміє або зовсім не розуміє значення питань;

**0** - повна відсутність відповіді.

*Підсумкова оцінка* за II-й семестр визначається за результатами складеного екзамену.

## III семестр

### *Змістовий модуль №5*

Максимальна оцінка за змістовий модуль **100 балів**. Оцінка поточного контролю складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість –  $19 \times 1 = 19$  балів;

- присутності студента на практичних заняттях – максимальна кількість –  $19 \times 1 = 19$  балів;

- контрольної роботи – максимальна кількість - **62 бали**.

*Присутності студента на лекціях* – 1 бал за лекцію, якщо студент був присутнім, , якщо студент не був присутнім – 0 балів.

*Присутності студента на практичних заняттях* – 1 бал за практичне заняття, якщо студент не був присутнім – 0 балів.

Оцінювання контрольної роботи:

**51-62** – якщо відповіді у роботі студента на питання грамотні та обґрунтовані; студент вільно, впевнено володіє навчальним матеріалом;

**51-60** -якщо відповіді у роботі студента демонструють володіння навчальним матеріалом, на питання відповів вірно, але потребує уточнень окремих положень; схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація;

**41-50**- якщо відповіді у роботі студента розкривають суть питання, але під час відповіді на питання припускається неточностей і помилок;

**31-40**-якщо відповіді у роботі студента демонструють часткове володіння матеріалом, але не може дати пояснень щодо виконаної роботи, відповіді не повністю розкривають суть питання, у відповіді допущені грубі помилки;

**6-31** - якщо робота студента виконана з помітними помилками і оформлення виконано недбало;

**1-5** - студент важко розуміє або зовсім не розуміє значення питань;

**0** - повна відсутність відповіді.

*Підсумкова оцінка* за V-й семестр визначається за результатами оцінювання змістового модуля 4.

### Критерії оцінювання якості виконання курсової роботи/проекту

Виконання курсової роботи/проекту оцінюється в 100 балів.

- відповідність завданню та вимогам навчально-методичних рекомендацій щодо її виконання;

- самостійність розв'язання поставленої задачі, проектного рішення, виконання розрахунків, графіків і таблиць тощо;

- використання інформаційних технологій;

- оформлення пояснювальної записки, графічних матеріалів згідно з вимогами нормативних документів;

- дотримання графіку виконання та захисту курсової роботи/проекту.

Загальна оцінка роботи/проекту (100 балів) складається із:

- оцінки за виконання роботи/проекту (максимальна кількість – 75 балів);

- оцінка захисту роботи/проекту (максимальна оцінка – 25 балів).

При наявності недоліків у виконаній роботі/проекті (не повне викладення результатів розрахунку та неякісне оформлення креслень) із зазначеної максимальної кількості балів зменшують на 2 бали за кожне зауваження.

Максимальна кількість балів за захист курсової роботи/проекту - 25 балів. Захист курсової роботи/проекту відбувається в усній формі. Максимальна кількість балів за кожне запитання при захисті – 5 балів (п'ять запитань). На кожне запитання членів комісії із зазначеної максимальної кількості балів нараховують:

5 балів – студент впевнено володіє вивченим матеріалом, вірно розкрив суть запитання членів комісії;

3-4 бали – студент вірно розкрив суть запитання членів комісії, але його пояснення не були переконливими та вичерпними;

1-2 бали – відповіді не повністю розкривають суть запитання, студент припускається грубих помилок;

0 – балів – повна відсутність відповіді на запитання.

### Порядок зарахування пропущених занять

Пропущені лекції або практичні заняття зараховуються шляхом самостійного опрацювання студентом лекцій або практичних занять (конспектування, розв'язання задачі, підготовка реферату тощо) із наступним їх захистом за графіком консультацій викладача.

## 11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Закон України від 20.02.2003 № 555-IV. Про альтернативні джерела енергії.
2. ДСТУ 3569-97. Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Основні положення.
3. Богословский В. Н. Отопление / В. Н. Богословский, А. Н. Сканави. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.
4. Росковшенко Ю.К. Теплогазопостачання і вентиляція: навч. посібник / Ю. К. Росковшенко, М. В. Степанов. – Київ: ІВНВКП Укреліотех, 2008. – 256 с.
5. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 (EN 15450:2007,MOD) Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. К. Мінрегіонбуд України, 2010- 57с.
6. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 141 с.
7. ДСТУ-Н Б 2.5-43:2010 Инженерное оборудование зданий и сооружений. Правила по установлению систем солнечного теплоснабжения в домах жилого и гражданского назначения.– Київ: Мінрегіон України, 2013. –43 с.
8. Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник / А.О. Редько та ін. Під ред. академіка НАНУ А.А. Долинського – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. – 412 с.
9. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник/За ред. Г.Гелетуха. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72 с.
10. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. – 176 с.
11. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. Практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. – 208 с.
12. Зеркалов Д.В. Енергозбереження в Україні. [Електронний ресурс] Монографія. – К.: Основа, 2012. – 582 с.
13. Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях : конспект лекций / В.А. Мунц. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 136с.
14. Відновлювані джерела енергії: Навч. посіб. / С. Ю.Паранчич. – Чернівці: Рута, 2002. – 68 с.
15. Відновлювані джерела енергії: Навч. посіб. / С. Ю.Паранчич. – Чернівці: Рута, 2002. – 68 с.
16. Богданович П. Ф., Григорьев Д. А., Пестис В. К. Основы энергосбережения: Учеб. пособие. – Гродно: ГГАУ, 2007. – 174 с.


17. Губин В. Е., Косяков С. А. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии в энергетике. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002.- 252, с.: ил.
18. Використання енергії Сонця: Навч. посіб. / С. Ю.Паранчич. – Чернівці: Рута, 2002. – 47 с.
19. Нетрадиционные стратегии в освоении природных энергоресурсов приморских регионов Украины: Монография / Д. В. Холодов, Е. В. Обухов, В. Н. Степанов, С. Я. Полнарв; Одес. гос. экол. ун-т. – О.: Астропринт, 2003. – 162 с. – Библиогр.: 218 назв.

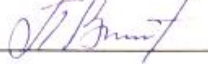
#### Допоміжна

1. Наумейко А.В. Энергоэффективные системы отопления / Наумейко А.В., Кузнецов П.В., Толстова Ю.И., Шумилов Р.Н. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УПГТУ-УПИ, 2003. - 107 с.
2. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. М.: «Издательство Машиностроение 1», 2006. 256 с.
3. Єнін П.М. Теплопостачання (Частина I «Теплові мережі і споруди»). Навчальний посібник / Єнін П.М., Швачко Н.А. - К.: Кондор, 2007. - 244 с.
4. Данилов Н.И. Основы энергосбережения / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков. – Екатеринбург ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 564 с.
5. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. – Київ: Мінрегіонбуд України., 2009.– 56 с.

#### 12. INTERNET - РЕСУРСИ

1. <http://gntb.gov.ua> - Державна науково-технічна бібліотека України
2. <https://library.tntu.edu.ua> - Науково-технічна бібліотека Тернопільського технічного університету
3. <http://saee.gov.ua/uk>. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України
4. <https://www.buderus.ua> Будерус-Україна
5. <https://www.vaillant.ua> Вайлант Україна

Розробник \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (О.В. Адегов)  
(підпис)

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ (В.О. Петренко)  
(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри системного аналізу і моделювання у теплогазопостачанні  
Протокол від « 2 » жовтня 2019 року № 8